

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-147437

(43)Date of publication of application : 06.06.1995

(51)Int.Cl.

H01L 43/08
C23C 14/14

(21)Application number : 05-292856

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.11.1993

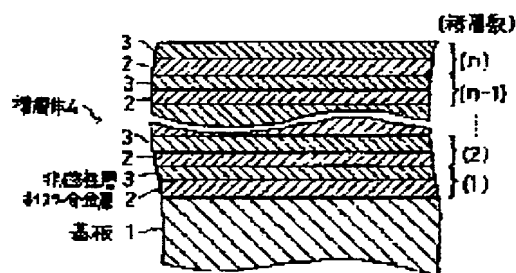
(72)Inventor : INOMATA KOICHIRO

(54) MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To acquire large magnetoresistance variation rate by a small number of laminations, to reduce saturation magnetic field and to reduce hysteresis of a magnetoresistance effect curve by forming a magnetic layer of Heuslar alloy.

CONSTITUTION: A magnetic layer 3 is formed of Heuslar alloy. Heuslar alloy is a composition of a general formula X_2YZ (X is transition metal such as Cu, Co, Ni, Y is Mn and Z is a nonmagnetic metal such as Al, Sn, In, Sb, Ga, Si, Ge.) and an alloy of body-centered cubic crystal having standard lattice called Heuslar structure. Thereby, it is possible to acquire large magnetoresistance variation rate by a small number of laminations, to relatively reduce saturation magnetic field and to reduce hysteresis of a magnetoresistance effect curve.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-147437

(43) 公開日 平成7年(1995)6月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 43/08	Z			
C 2 3 C 14/14	G	9271-4K		

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-292856

(22) 出願日 平成5年(1993)11月24日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 猪俣 浩一郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

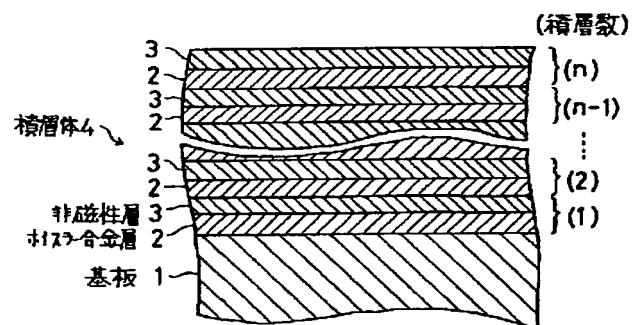
(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子

(57) 【要約】

【構成】 ホイスラー合金層2と非磁性層3とが交互に積層された積層体4を基板1上に形成して磁気抵抗効果素子とする。

【効果】 小さな積層数で大きな磁気抵抗変化率が得られ、飽和磁界も比較的小さく、しかも磁気抵抗効果曲線のヒステリシスが小さくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性層と非磁性層とが積層された磁気抵抗効果を示す積層体を備えた磁気抵抗効果素子において、

前記磁性層がホイスラー合金で構成されていることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は超薄膜の積層体、いわゆる人工格子膜を利用した磁気抵抗効果素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気抵抗効果は印加磁界により抵抗が変化する効果である。このような磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果素子は高感度であり、比較的大きな出力を得ることができるため、磁界センサや磁気ヘッドとして利用されている。

【0003】 従来、磁気抵抗効果素子としてはパーマロイ合金薄膜が広く用いられている。しかしパーマロイ合金薄膜の磁気抵抗変化率は2%~3%程度であり、十分な感度が得られないという問題がある。

【0004】 一方、最近、新しい磁気抵抗効果素子として、数オングストローム（以下Aとする）から十数Aの厚さの磁性層（Fe, Co, Niおよびそれらの合金）と非磁性層（Cu, Ag, Cr, Ruなど）とを交互に積層させた積層体、いわゆる人工格子膜が注目されている。このような人工格子膜としては、(Fe/Cr)_n (Phys. Rev. Lett., 61, 2472(1988)), (パーマロイ/Cu/Co/Cu)_n (J. Phys. Soc. Jpn., 59, 3061(1990)), (Co/Cu)_n (J. Mag. Mag. Mater., 94, L1, (1991), Phys. Rev. Lett., 66, 22152(1991)), (Co-Fe/Cu)_n (Japan J. Appl. Phys., 30, L1733(1991)) などが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このような人工格子膜は従来のパーマロイ薄膜と比較して大きな磁気抵抗効果を有する。しかし大きな磁気抵抗効果を得るためには積層数nを大きくする必要があった。そのため成膜に時間がかかったり、特性のばらつきが多かったりするという問題があった。また飽和磁界H_s（抵抗値が飽和する磁界）が、パーマロイの数Oeに対しkOe単位と大きく、さらに磁気抵抗効果曲線のヒステリシスが大きいという欠点もあった。なお積層数n=3と小さいと磁気抵抗変化率が4%~12%、飽和磁界H_sが3000e~5000e程度になる。

【0006】 本発明は、上記のような従来技術の欠点を除去し、積層数nが少なくても大きな磁気抵抗効果を持ち、飽和磁界H_s、ヒステリシスが小さい磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段及び作用】 本発明は、上記

課題を解決するために、磁性層と非磁性層とが磁気抵抗効果を有するように積層された積層体を備えた磁気抵抗効果素子において、磁性層がホイスラー合金で構成されていることを特徴とする磁気抵抗効果素子を提供する。

【0008】 ホイスラー合金は一般式X₂YZ（Xは遷移金属、YはMn、Zは非磁性元素）という組成であり、ホイスラー型構造と呼ばれる規則格子を持つ体心立方晶の合金である。ここでMnの一部は、ホイスラー型構造の規則格子が保たれる限りは、X、Zと置換しても良い。なおX:Y:Zの比率は強磁性が保たれる範囲で多少ずれても良い。この合金ではMnの3dバンドの一方は↑スピン（マジョリティスピン）電子で完全に占められ、他方の↓スピン（マイノリティ）バンドは完全に空になっており、磁気モーメントが大きい。

【0009】 ホイスラー合金におけるX元素はホイスラー合金を形成した時にホイスラー合金が強磁性を示す遷移金属であれば何でも良いが、Cu, Co, Niを用いたものが特に良好な積層体を作製しやすい。またZ元素としてはAl, Sn, In, Sb, Ga, Si, Geなどを用いることができる。一方、非磁性層はホイスラー合金と格子定数がマッチングするものであれば何でも良い。特にCu, Ag, Auは抵抗が小さいので、大きな磁気抵抗効果が得られる点で優れている。

【0010】 実質的に磁場を印加しない状態で非磁性層を介して隣合う磁性層が反強磁性的に結合している場合、磁気抵抗変化率が高くなる。反強磁性的結合とは、磁性層の磁気モーメントが、隣合う磁性層間で逆向きであるように結合していることをいう。このような時、磁気モーメントが適当に大きければ磁気抵抗変化率はより高くなる。

【0011】 本発明者は、以上のような知見に基づき、ホイスラー合金層と非磁性層との積層体を作製したところ、非常に大きな磁気抵抗効果が得られることを見出した。この場合、積層数は小さくても良く、例えばサンドイッチ膜のようなものでも大きな磁気抵抗効果が得られる。以下、この発明について詳細に説明する。

【0012】 この発明に係る磁気抵抗効果素子は例えば図1に示すように、ホイスラー合金層2と、非磁性層3とを交互に積層してなる積層体4であり、基板1に、ホイスラー合金層2と、非磁性層3とのペアをn回積層することにより構成される。この場合、図1に示すようにホイスラー合金層2を先に形成しても良いし、逆に非磁性層3を先に形成しても良い。また基板1の上に磁気抵抗変化率を高めるために予めFe等のバッファ層を形成し、その上に上記積層体4を形成しても良い。またホイスラー合金層2、非磁性層3の膜厚はそれぞれ5Å~100Å, 2Å~100Å程度が好ましい。

【0013】 上記積層体4は分子線エピタキシー（MBE）法、超高真空スパッタ法などの超高真空中で作製する方法のほか、RFマグネトロンスパッタ法、イオン

ビームスパッタ法、蒸着法などの通常の薄膜形成技術でも作製できる。このようにして作製した磁気抵抗効果素子5は図2に示すように、電極6を両端につないで、磁界センサや磁気ヘッドとして利用できる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

（実施例1）この実施例においては、ホイスラー合金層2を Cu_2MnAl とし、非磁性層3を Cu として、イオンビームスパッタ法を用いて積層体4を作製した例について示す。

【0015】まずチャンパー内に MgO （100）単結晶基板1と Cu_2MnAl ターゲットをセットし、チャンパー内を $5 \times 10^{-7}\text{Torr}$ まで排気した後、 Ar ガスを $1 \times 10^{-4}\text{Torr}$ になるまで導入した。スパッタリングは Ar イオンの加速電圧600V、ビーム電流30mAの条件で行なった。

【0016】最初に Cu_2MnAl ターゲットをスパッタして MgO （100）基板上に50Å形成し、続けて Cu ターゲットをスパッタして20Å形成した。これを2回繰り返して図1に示すような積層体4を作製した。

【0017】このような積層体4について、四端子法を用いて磁気抵抗効果を測定した。その結果を図3に示す。図3は横軸に磁界の大きさを取り、縦軸に飽和磁界 H_s での抵抗値 R_s で規格化した抵抗値変化率 $\Delta R/R_s$ を取って、それらの関係を示すグラフであり、 $(\Delta R/R_s)_{\max} = 20\%$ 、 $H_s = 1500\text{e}$ であった。このように積層数 n が2と小さいにもかかわらず非常に大きな磁気抵抗変化率と、比較的小さな飽和磁界が得られた。さらにヒステリシスも非常に小さかった。

（実施例2）この実施例においては、ホイスラー合金層2を Co_2MnGe とし、非磁性層3を Au として、イオンビームスパッタ法を用いて MgO （100）単結晶基板上に積層体4を作製した例について示す。

【0018】実施例と同一の条件でまず Co_2MnGe を50Å形成し、続けて Au を20Å形成した。これを2回繰り返して図1に示すような積層体4を作製した。このような積層体4について、四端子法を用いて磁気抵抗効果を測定した。その結果を図4に示す。図4は図3と同様のグラフであり、 $(\Delta R/R_s)_{\max} = 25\%$ 、 $H_s = 2000\text{e}$ であった。このように積層数 n が2と小さいにもかかわらず非常に大きな磁気抵抗変化率

と、比較的小さな飽和磁界が得られた。さらにヒステリシスも非常に小さかった。

（実施例3）この実施例においては、ホイスラー合金層2を Cu_2MnAl とし、非磁性層3を Cu として、積層数 n を10とした場合の例について示す。作製にはイオンビームスパッタ法を用い、基板1としては MgO （100）単結晶基板を用いた。

【0019】実施例1と同一の条件でまず Cu_2MnAl を50Å形成し、続けて Cu を20Å形成した。これを10回繰り返して図1に示すような積層体4を作製した。このような積層体4について、四端子法を用いて磁気抵抗効果を測定した。その結果を図5に示す。図5は図3と同様のグラフであり、 $(\Delta R/R_s)_{\max} = 50\%$ 、 $H_s = 1300\text{e}$ であった。このように積層数 n を増すことで磁気抵抗変化率はさらに大きくなった。さらにヒステリシスも非常に小さかった。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、小さな積層数で大きな磁気抵抗変化率が得られ、飽和磁界も比較的小さく、しかも磁気抵抗効果曲線のヒステリシスが小さい、実用上優れた磁気抵抗効果素子が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係る磁気抵抗効果素子を示す断面図

【図2】 本発明の磁気抵抗効果素子の実施例を示す斜視図

【図3】 本発明の実施例1における磁気抵抗変化率を示す特性図

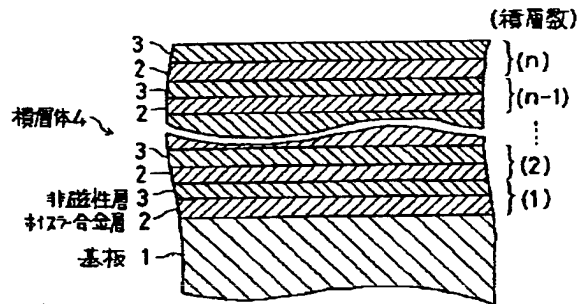
【図4】 本発明の実施例2における磁気抵抗変化率を示す特性図

【図5】 本発明の実施例3における磁気抵抗変化率を示す特性図

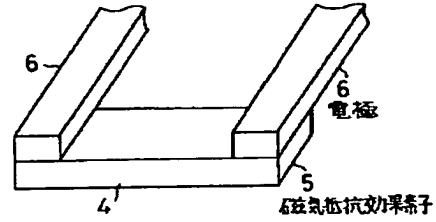
【符号の説明】

- 1…基板
- 2…ホイスラー合金層
- 3…非磁性層
- 4…積層体
- 5…磁気抵抗効果素子
- 6…電極

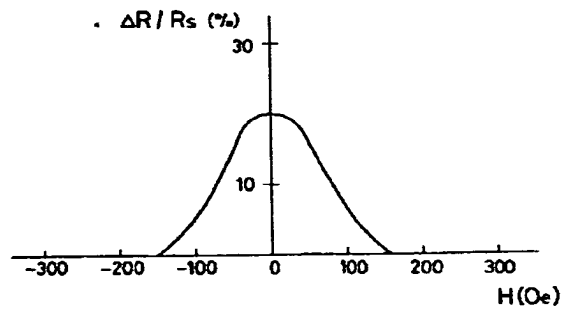
【図 1】



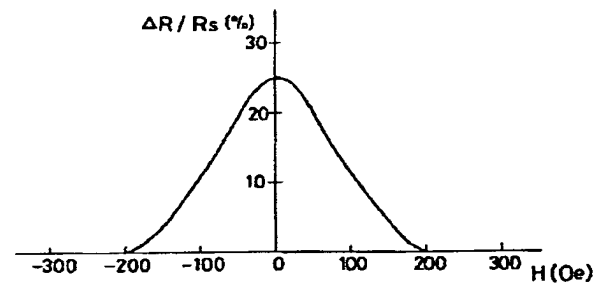
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

